

세르비아 국립대학의 LIQUID 3 를 이용한 도심 가로수 대체용 광생물반응기 구조의 국내 적용 가능성 고찰

박상욱¹, 한성수^{2*}

¹강원대학교 컴퓨터공학과 학부생

^{2*}강원대학교 자유전공학부 교수

201824207@kangwon.ac.kr, sshan1@kangwon.ac.kr

Exploring the domestic applicability of photobioreactor structures for urban street tree replacement using LIQUID 3 at the National University of Serbia

Sang-Wook Park¹, Seong-Soo Han^{2*}

¹Dept. of Computer Engineering, Kang-Won National University

^{2*}Division of Liberal Studies, Kangwon University

요 약

도시 나무는 환경적, 경제적, 사회적 혜택에 크게 기여하기 때문에 그 필요성이 널리 인식되어 왔다. 그러나 도시화와 도시 개발로 인해 녹지 공간이 부족해지면서 충분한 나무가 자라지 못하고 있다. 따라서 도시 녹지를 제공하기 위한 대안이 제시되고 있다. 그러한 방법 중 하나는 가로수를 대체할 수 있는 미세조류를 배양하기 위해 광생물반응기를 사용하는 것이다. 세르비아 국립대학교는 이를 위해 LIQUID 3 기술을 사용하여 새로운 광생물반응기 구조를 개발했다. 본 논문에서는 이 기술에 대한 연구와 국내 적용 가능성을 논의한다.

1. 서론

대기질 개선, 그늘 제공, 도시 열섬 효과 감소에 중요한 역할을 하는 가로수의 수가 급속한 도시화로 인해 감소하고, 더 이상 가로수를 배치할 공간이 부족해지고 있다. 이 문제를 해결하기 위해 세르비아 국립대학교의 연구원들은 새로운 광생물반응기 구조인 LIQUID 3 를 개발했다[1]. 이 시스템은 미세 조류를 활용하여 CO₂ 를 흡수하고 산소를 생산하여 나무의 기능을 모방한다. 작고 다재다능한 디자인으로 도시 환경에서 기존 가로수를 대체할 수 있는 유망한 대안이 될 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 본 논문에서는 한국 도심에서의 LIQUID 3 시스템 구현 가능성을 검토하고 이 혁신적인 기술과 관련된 잠재적 장점과 단점 및 과제에 대해 논의한다.

2. 연구배경

세르비아 국립대학에서 개발한 광생물반응기 시스템은 600L 용량의 투명한 플라스틱으로 만들어진 원통형 구조로 구성되어 있으며, 바이오매스를 효율적으로 생산할 수 있는 LIQUID 3 기술을 사용하여 미세조류를 배양할 수 있도록 설계되었다. 이 시스템은

또한 CO₂ 공급을 위한 폐쇄 루프 시스템을 갖추고 있어 미세 조류가 광합성을 위한 탄소 공급원으로 대기 중의 CO₂ 를 사용할 수 있다. 이 시스템에서 생산된 미세조류는 수확하여 바이오 연료 생산, 폐수 처리, 식품 생산을 위한 단백질 공급원 등 다양한 용도로 사용할 수 있다[2].

광생물반응기 시스템에 사용되는 LIQUID 3 기술은 성장 배지에 이온성 액체를 첨가하는 특허받은 공정이다. 이온성 액체는 용매 역할을 하며 이산화탄소의 용해도를 높여 광합성 효율을 높인다. 이 과정은 또한 미세 조류의 성장 속도와 바이오매스 생산량을 향상시킨다.

광생물반응기 시스템을 사용하여 도시 가로수를 대체할 수 있는 잠재적 이점은 많다. 첫째, 미세조류 배양은 기존의 나무 심기에 비해 더 적은 면적을 필요로 한다. 즉, 건물 측면이나 옥상과 같은 작은 공간에서도 미세조류를 배양할 수 있어 공간이 제한된 도시 지역에서 실행 가능한 옵션이 될 수 있다. 둘째, 미세조류 양식은 물과 비료가 덜 필요하기 때문에 기존의 나무 심기에 비해 지속 가능하다. 셋째, 미세조류는 수확하여 바이오 연료 생산 등 다양한 용도로

사용할 수 있어 기존 가로수에 비해 경제적으로 더 실용적이다.

3. LIQUID 3 시스템

LIQUID 3 광생물반응기 구조는 광합성이 가능한 미세조류를 배양하여 이산화탄소를 흡수하고 산소를 방출하도록 설계되었다. 이 시스템은 액체 배지와 미세조류로 채워진 투명한 튜브로 구성되어 햇빛에 노출된다. 미세 조류는 빠르게 성장하고 번식하여 CO2 를 효과적으로 격리하고 산소를 생산한다[3].

(그림 1)과 같이 컴팩트한 모듈형 디자인의 LIQUID 3 시스템은 설치와 확장이 용이하여 인구 밀도가 높은 도심 지역에 적합하다. 또한 가로등 기둥이나 건물 외벽과 같은 기존 도시 인프라에 시스템을 통합할 수 있어 공간 효율성을 극대화할 수 있다.



(그림 1)세르비아 베오그라드에 설치된 LIQUID 3

3.1 장점과 단점

장점으로는 첫째, 공기 질 개선이다. LIQUID 3 시스템은 도시 지역의 CO2 수준을 낮추고 산소를 증가시켜 대기 질을 개선하는 데 도움이 될 수 있다. 둘째, 공간 효율성이다. LIQUID 3 시스템의 컴팩트한 디자인으로 제한된 도시 공간을 효율적으로 사용할 수 있다. 셋째, 미적 감각이다. 이 시스템은 도시 경관을 보완하고 독특한 미적 매력을 제공하도록 맞춤화할 수 있다. 넷째, 확장성이다. LIQUID 3 시스템의 모듈식 특성으로 인해 다양한 도시 환경에 맞게 쉽게 확장 및 조정할 수 있다.

단점으로는 첫째, 유지보수 문제이다. LIQUID 3 시스템은 최적의 성능을 보장하기 위해 정기적인 유지보수 및 모니터링이 필요할 수 있다. 둘째, 초기 비용이다. LIQUID의 설치 및 설정 비용이 소요된다.

4. 한국에서의 구현 가능성

첫째, 환경적 요인으로, 한국은 추운 겨울부터 덥고 습한 여름까지 다양한 기후 조건이다. 이러한 다

양한 조건에서 효과적으로 작동할 수 있는 LIQUID 3 시스템의 능력의 평가가 필요하다. 또한 장마 시즌과 같이 일조량이 제한적인 기간 동안의 시스템 성능도 평가해야 한다.

둘째, 도시 인프라와의 호환성이다. LIQUID 3 시스템은 기존 도시 인프라와 통합될 수 있도록 설계되었다. 서울, 부산과 같은 한국의 도시는 오래된 구조물과 새로운 구조물이 혼재되어 있어서 다양한 건축 환경과의 호환성을 평가하는 것은 필수적이다.

셋째, 대중의 인식과 수용성이다. 한국에서 LIQUID 3 시스템을 성공적으로 구현하기 위해서는 대중의 인식과 수용이 매우 중요하다. 녹색 공간과 기술에 대한 현지 문화와 선호도를 이해하면 대중의 참여와 수용을 위한 전략을 설계하는 데 도움이 될 것이다.

5. 결론

결론적으로, 도시 가로수 교체를 위해 설계된 LIQUID 3 광생물반응기 구조물은 한국 도시에서 사용할 수 있는 잠재력을 보여준다. 대기 오염 물질을 정화하고 그들과 미적 매력을 제공하는 이 구조물은 기존 가로수를 대체할 수 있는 매력적인 대안이 될 수 있다. 견고하고 효율적인 미세조류 종인 스피롤리나 플라텐시스(BioMass) 생산량이 높고 식품, 의약품, 바이오연료 생산 등 다양한 분야에 응용할 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 세르비아 국립대학에서 수행된 이 연구는 도시 녹화를 위한 광생물반응기 구조의 추가 연구 및 개발을 위한 강력한 기반을 제공한다.

본 논문에서 살펴본 바로는 국내 적용 가능성이 실제로 유망하다. 그러나 이 기술을 대규모로 구현하기 위해서는 지역의 환경, 경제, 사회적 요인을 고려한 보다 종합적인 분석이 필수적이다. 또한 이해관계자 간의 협업은 광생물반응기 시스템을 국내 환경에 성공적으로 통합하기 위한 핵심 요소라고 할 수 있다. 광생물반응기는 도시 환경 문제를 해결할 수 있는 지속 가능하고 혁신적인 솔루션이 될 수 있다.

참고문헌

- [1] 2021 Designflux, <https://designflux.co.kr/liquid3/>
- [2] 김종태, 안동규, 박종락, 박정우, 정상화 "미세조류 배양을 위한 광생물반응기 개발의 기술동향" 한국정밀공학회지 28.2 pp.125-132 (2011) : 125.
- [3] 안동규, 조창규, 안영수, 정상화, 이동기 "10L 급 미세조류 배양용 평판형 광생물 반응기 케이스 개발에 관한 연구" 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, 2011.